

Проведение обследований зданий различного назначения на содержание радона на территориях, обслуживаемых ФМБА России

А.М. Маренный¹, В.В. Романов², В.И. Астафуров¹, А.Т. Губин¹, С.М. Киселёв³,
Н.А. Нефёдов¹, А.В. Пенезев¹

¹ Научно-технический центр радиационно-химической безопасности
и гигиены ФМБА России, Москва, Россия

² Федеральное медико-биологическое агентство ФМБА России, Москва, Россия

³ Государственный научный центр Российской Федерации, Федеральный медицинский биофизический
центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия

Цель работы: получить данные об уровне воздействия радона на население обследуемых территорий.

Методы. Обследования помещений были проведены интегральным трековым методом с использованием трековых камер РЭИ-4 из комплекта ТРЕК-РЭИ-1М. Длительность экспонирования в помещениях составляла от 2 до 4 месяцев. Обследовались помещения жилых домов, школ, детских садов и учреждений. Непосредственно измерялась объемная активность радона, а эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) радона рассчитывали с использованием значения коэффициента равновесия $F=0,5$. Эффективную дозу от радона рассчитывали с использованием дозового коэффициента $9 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(час \cdot Бк/м³). Описаны организационные аспекты проведения обследований.

Результаты. Обследования помещений на содержание радона проведены в населенных пунктах 26 административных образований в течение нескольких сезонов в 2008–2013 гг. Обследованные населенные пункты представляют собой города с многоэтажной или смешанной застройкой. Количество обследуемых помещений в населенном пункте в один период измерений обычно составляло от 100 до 200. При обследовании населенного пункта в течение двух или более сезонов (отопительный, теплый) часть экспозиметров при повторном обследовании размещали по адресам ранее обследованных помещений. Общее количество измерений – около 5300.

Представлены обобщенные результаты обследований для всех населенных пунктов: интервалы и средние значения ЭРОА радона, доз облучения от радона, доли помещений со значениями ЭРОА радона менее 100, 200–400 и более 400 Бк/м³. Для ряда населенных пунктов по результатам измерений рассчитаны среднегодовые дозы облучения населения от радона.

Закключение. Получены обобщенные сведения об облучении населения радоном. Показано, что, вопреки устоявшемуся мнению, на обследованных территориях в целом не наблюдается преобладающего превышения «зимних» значений ЭРОА радона над «летними». Для части населенных пунктов даже характерна обратная картина. Предложен критерий для оценки остроты «радоновой ситуации». Населенные пункты ранжированы по этому критерию, исходя из результатов выборочных обследований.

Ключевые слова: обследование, объемная активность, ЭРОА радона, помещения, жилые и общественные здания, населенный пункт, доза, радонозащитные мероприятия.

Введение

В рамках мероприятия 355 Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» (ФЦП ОЯРБ) предусмотрено проведение широкомасштабных выборочных обследований эксплуатируемых жилых, общественных и производственных зданий в населенных пунктах для выявления помещений длительного пребывания людей, в которых превышены нормативные уровни ЭРОА радона, установленные нормативными документами [1, 2].

ЭРОА радона в помещениях претерпевают значительные суточные и сезонные колебания, и для получения среднегодовых значений ЭРОА с применением инспекционного метода необходимо выполнять многократные измерения, равномерно распределенные в пределах суток, для разных времен года и при соблюдении определенных условий вентиляции помещения. Понятно, что организовать проведение таких из-

мерений в рамках широкомасштабных обследований практически невозможно. Выгодной альтернативой являются измерения интегральными методами, среди которых наиболее практичным и точным является трековый метод [3].

В данной работе представлены результаты обследований жилых и общественных помещений в домах населенных пунктов на ряде территорий, обслуживаемых ФМБА России.

Организационные и методические аспекты обследований

Обследования проводились в течение 2008–2013 гг. в соответствии с утвержденной «Программой проведения измерений ЭРОА радона на территориях, подведомственных ФМБА России». Программа и первые результаты работ по ней были представлены на конференции «Актуальные вопросы радиационной гигиены (Санкт-Петербург, 2010).

В работах принимали участие организации ФМБА России, выполнявшие следующие функции:

- ФГУП «Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России» (НТЦ РХБГ) обеспечивал: координацию работ, методическое обеспечение, предоставление средств измерений (экспозиметров радона), организацию и ведение единой базы данных по проводимым исследованиям, анализ результатов;
- территориальные центры гигиены и эпидемиологии (ЦГиЭ) обеспечивали размещение экспозиметров в обследуемых помещениях, проведение выборочных инспекционных измерений ЭРОА радона и гамма-фона в обследуемых помещениях, сбор и возврат экспозиметров для обработки в НТЦ РХБГ.

Для интегральных измерений ОА радона применяли комплект аппаратуры «ТРЕК-РЭИ 1М» с экспозиметрами РЭИ 4 [3]. Экспозиметры в обследуемых помещениях размещали в соответствии с [4]. В части обследуемых помещений проводились также и кратковременные (инспекционные) измерения для определения коэффициента равновесия радона и его дочерних продуктов (ДПР), а также измерения гамма-фона. Для перехода от ОА радона к ЭРОА радона использовали значение коэффициента равновесия, равное 0,5 [5], годовую эффективную дозу облучения от радона рассчитывали по [6], принимая значение дозового коэффициента $9 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(час \cdot Бк/м³) [7].

Сведения о каждом обследуемом помещении заносились в Паспорт измерений, содержащий сведения о методе и средствах измерений, адрес обследуемого объекта и (по возможности) его координаты в системе GPS или ГЛОНАСС, назначение территории и объекта, строительные и некоторые другие характеристики объекта и обследуемого помещения, даты измерений, инспекционные значения ОА и ЭРОА радона, уровень гамма-фона.

Паспорт измерений соответствует формату занесения результатов в базу данных [8].

Обследованные населенные пункты, в основном, представляют собой города с многоэтажной или смешанной застройкой. Количество обследуемых помещений на территории в один период измерений обычно составляло от 100 до 200. Перечень обследуемых помещений по населенному пункту формировался, как правило, из помещений детских и других учреждений, размещенных в разных частях населенного пункта, и жилищ сотрудников этих учреждений. При обследовании населенного пункта в течение двух или более сезонов (отопительный, теплый) часть экспозиметров при повторном обследовании размещали по адресам ранее обследованных помещений.

Результаты обследований

Обследованные населенные пункты показаны на карте (рис.). В обобщенном виде результаты обследований, выполненных в 2008–2013 гг., представлены в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что часть населенных пунктов обследована только в течение одного сезона, чаще отопительного. Это объясняется главным образом тем, что в процессе первого обследования не было выявлено помещений с превышением нормативных уровней ЭРОА радона, а средние по населенному пункту значения ЭРОА не превышают среднероссийские. В связи с этим, по согласованию с руководством соответствующей ЦГиЭ, принималось решение о нецелесообразности продолжения обследований.

Обращает на себя внимание, что, вопреки устоявшемуся мнению, не наблюдается преобладающего превышения «зимних» значений ЭРОА над «летними». В части населенных пунктов можно видеть даже обратную зависимость. По-видимому, это можно объяснить «отопительным благополучием» в холодный период года в большинстве обследованных городов, благодаря чему в этот период обеспечивается высокий воздухообмен в помещениях.



Рис. Места проведения обследований на содержание радона в помещениях

Таблица 1

Обобщенные результаты обследований населенных пунктов

№ п/п	Населенные пункты / номер обслуживающей ЦГиЭ ФМБА России	Период измерений	ЭРОА радона, Бк/м³			ЭЭД, мЗв		
			Интервал	Среднее арифметическое значение	Среднее геометрическое значение	Интервал	Среднее арифметическое значение	Годовое значение
1	Ангарск / 28	Август – октябрь 2010 г.	6–59	18	14	0,5–3,8	1,6	1,6
2	Волгодонск / 5	Июнь – октябрь 2009 г.	10–189	30	23	0,6–15,3	2,5	2,5
3	Глазов / 41	Сентябрь – ноябрь 2010 г.	8–230	85	70	0,6–14,7	5,5	5,5
4	Десногорск / 135	Июнь – октябрь 2009 г.	10–91	16	12	0,4–6,0	1,3	1,2
5		Декабрь 2009 г. – март 2010 г.	3–94	17	12	0,3–6,0	1,2	
6	Железнодорожск / 51	Август – октябрь 2010 г.	9–130	39	35	0,6–8,4	2,5	3,2
7		Март – июнь 2011 г.	12–140	52	47	0,9–9,0	3,3	
8	Заречный / 32	Январь – март 2013 г.	6–400	65	44	0,5–25,4	4,2	4,1
9		Август – сентябрь 2013 г.	5–460	62	37	0,4–29,4	4,0	
10	Зеленогорск / 42	Сентябрь – ноябрь 2010 г.	4–223	40	31	0,4–17,8	3,0	3,0
11	Комсомольск-на-Амуре / 99	Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	6–97	25	21	0,5–6,3	1,8	1,6
12		Июль – октябрь 2013 г.	3–126	21	16	0,3–8,1	1,4	
13	Краснокаменск / 107	Декабрь 2011 г. – апрель 2012 г.	13–121	44	40	0,9–7,8	2,5	2,3
14		Апрель – август 2012 г.	10–101	32	28	0,8–6,3	2,1	
15	Курганская обл. / 92	Август – ноябрь 2010 г.	8–182	34	27	0,6–11,6	2,3	3,7
16		Февраль – июнь 2011 г.	24–150	78	72	1,6–10	5,1	
17	Курчатов / 125	Ноябрь 2012 г. – март 2013 г.	4–52	14	12	0,4–3,4	1,0	1,0
18		Июнь – октябрь 2009 г.	10–1152	232	139	0,8–73	18,5	16,3
19	Лермонтов / 101	Январь – май 2010 г.	15–1227	305	184	1,1–78	19,3	
20		Июль – сентябрь 2010 г.	7–1554	169	90	0,5–98	10,8	
21		Июль – сентябрь 2013 г.	11–1340	255	163	0,8–85	16,3	
22	Лесной / 91	Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	3–950	56	36	0,3–60,3	3,4	3,5
23		Июль – сентябрь 2013 г.	2–710	55	33	0,2–45,1	3,6	
24	Нижний Новгород / 153	Февраль – апрель 2013 г.	5–240	22	15	0,5–15,4	1,5	1,5
25	Нововоронеж / 33	Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	6–174	26	20	0,5–11,1	1,7	2,1
26		Июль – сентябрь 2013 г.	12–145	38	33	0,9–9,3	2,5	
27	Озерск / 71	Июль – октябрь 2009 г.	2–348	34	15	0,2–22,2	2,3	2,2
28		Ноябрь 2009 г. – апрель 2010 г.	5–283	32	21	0,4–18	2,1	
29	Пермь / 133	Декабрь 2012 г. – апрель 2013 г.	6–130	36	30	0,5–8,4	2,1	1,7
30		Август – октябрь 2013 г.	4–53	16	13	0,4–3,5	1,4	
31	Полярные Зори / 118	Сентябрь – октябрь 2010 г.	4–73	15	12	0,4–4,9	1,4	1,4
32	Саров / 50	Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	3–250	38	29	0,3–16	2,5	2,5
33	Северодвинск / 58	Июль – октябрь 2009 г.	10–23	7	6	0,8–1,6	0,9	0,6
34		Январь – апрель 2010 г.	2–27	8	6	0,2–1,8	0,3	
35	Снежинск / 15	Октябрь 2007 г. – февраль 2008 г.	11–705	225	139	0,8–47,3	17,8	13,5
36		Май – октябрь 2008 г.	18–491	141	94	1,5–32,1	9,3	
37	Снежногорск / 120	Февраль – апрель 2010 г.	2–62	10	10	0,2–4,7	1	1,2
38		Сентябрь – ноябрь 2010 г.	5–62	12	10	0,4–4,7	1,3	
39	Трехгорный / 72	Март – апрель 2013 г.	7–209	44	33	0,5–13,5	2,9	2,9
40		Август – октябрь 2013 г.	4–310	45	29	0,4–20	2,9	
41	Удомля / 141	Ноябрь 2012 г. – январь 2013 г.	7–38	19	18	0,5–2,5	1,3	1,4
42		Август – сентябрь 2013 г.	9–70	20	18	0,7–4,5	1,4	
43	Усть-Катав / 162	Январь – апрель 2013 г.	5–730	76	40	0,4–49,0	4,9	4,6
44		Август – сентябрь 2013 г.	4–400	66	46	0,4–25,3	4,3	
45	Яровое / 128	Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	4–314	38		0,4–20	2,5	3,3
46		Сентябрь – октябрь 2013 г.	13–250	64	52	0,9–16,1	4,2	

В таблице 2 результаты измерений сгруппированы в зависимости от интервала полученных значений ЭРОА: < 100 Бк/м³, 200 – 400 Бк/м³, > 400 Бк/м³. Видно, что в ряде населенных пунктов (города Лермонтов, Снежинск, Заречный, Лесной, Усть-Катав) доля помещений с ЭРОА > 200 Бк/м³ около или превышает 5%, что является признаком высокой

потенциальной радоноопасности. Это свидетельствует о необходимости, в первую очередь, более детального обследования выявленных объектов с превышениями нормативных уровней ЭРОА радона, продолжения выборочных обследований этих и близрасположенных населенных пунктов, а также разработки и реализации реабилитационных мер.

Таблица 2

Доля помещений* (%), в которых ЭРОА радона находится в интервалах 100–200, 200–400 более 400 Бк/м³

№ п/п	Населенные пункты / номер обслуживающей ЦГиЭ ФМБА России	Период измерений	Количество / % значений		
			100–200 Бк/м ³	200–400 Бк/м ³	> 400 Бк/м ³
1	Ангарск / 28	Август – октябрь 2010 г.	–	–	–
2	Волгодонск / 5	Июнь – октябрь 2009 г.	13/14	1/1	–
3	Глазов / 41	Сентябрь – ноябрь 2010 г.	27/50	1/2	–
4	Десногорск / 135	Июнь – октябрь 2009 г.	–	–	–
5		Декабрь 2009 г. – март 2010 г.	–	–	–
6	Железногорск / 51	Август – октябрь 2010 г.	3/2	–	–
7		Март – июнь 2011 г.	17/12	–	–
8	Заречный / 32	Январь – март 2013 г.	11/11	6/6	–
9		Август – сентябрь 2013 г.	10/10	4/4	2/2
10	Зеленогорск / 42	Сентябрь – ноябрь 2010 г.	15/11	2/1	–
11	Комсомольск-на-Амуре / 99	Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	–	–	–
12		Июль – октябрь 2013 г.	1/2	–	–
13	Курганская обл. / 92	Август – ноябрь 2010 г.	5/4	–	–
14		Февраль – июнь 2011 г.	68/50	–	–
15	Краснокаменск / 107	Декабрь 2011 г. – апрель 2012 г.	3/3	–	–
16		Апрель – август 2012 г.	1/1	–	–
17	Курчатов / 125	Ноябрь 2012 г. – март 2013 г.	–	–	–
18		Июнь – октябрь 2009 г.	22/15	37/25	44/30
19	Лермонтов / 101	Январь – май 2010 г.	44/22	43/22	62/31
20		Июль – сентябрь 2010 г.	51/26	42/20	20/10
21	Лермонтов / 101	Июль – сентябрь 2013 г.	59/32	35/18	38/20
22		Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	34/9	6/2	1/<1
23	Лесной / 91	Июль – сентябрь 2013 г.	29/10	9/3	2/<1–
24		Февраль – апрель 2013 г.	2/3	1/1	–
25	Нижний Новгород / 153	Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	7/4	–	–
26		Июль – сентябрь 2013 г.	1/2	–	–
27	Нововоронеж / 33	Июль – октябрь 2009 г.	3/3	–	–
28		Ноябрь 2009 г. – апрель 2010 г.	14/7	4/2	–
29	Озерск / 71	Декабрь 2012 г. – апрель 2013 г.	1/1	–	–
30		Август – октябрь 2013 г.	–	–	–
31	Пермь / 133	Сентябрь – октябрь 2010 г.	–	–	–
32		Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	2/2	1/1	–
33	Северодвинск / 58	Июль – октябрь 2009 г.	–	–	–
34		Октябрь 2007 г. – февраль 2008 г.	10/27	4/11	12/32
35	Снежинск** / 15	Май – октябрь 2008 г.	7/23	5/16	2/6
36		Февраль – апрель 2010 г.	–	–	–
37	Снежногорск / 120	Сентябрь – ноябрь 2010 г.	–	–	–
38		Март – апрель 2013 г.	5/6	1/1	–
39	Трехгорный / 72	Август – октябрь 2013 г.	3	2	–
40		Ноябрь 2012 г. – январь 2013 г.	–	–	–
41	Удомля / 141	Август – сентябрь 2013 г.	–	–	–
42		Январь – апрель 2013 г.	9/9	5/5	3/3
43	Усть-Катав / 162	Август – сентябрь 2013 г.	13	4	–
44		Декабрь 2012 г. – март 2013 г.	4/4	1/1	–
45	Яровое / 128	Сентябрь – октябрь 2013 г.	12/12	2/2	–

* Результаты представлены без учета этажности, типа зданий, места измерений и т.д., значения ЭРОА рассчитаны при F=0,5.

** Измерения проведены только в восьми зданиях, расположенных в потенциально радоноопасной части города.

В настоящее время отсутствует общепринятый подход к оценке остроты «радоновой ситуации» по результатам выборочных обследований населенных пунктов. Для предварительных выводов по результатам обследований в работе [9] предложено сопоставить средние значения ЭРОА радона по населенным пунктам $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{пн}}$ с интервалами, кратными среднему значению ЭРОА радона в воздухе зданий и сооружений в Российской Федерации $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{РФ}}$. В качестве значения $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{РФ}}$ было принято 27 Бк/м³, полученное на основе усреднения данных государственных докладов о санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации за 1997–2007 гг. [10]. В таблице 3 на основе такого подхода представлен результат сопоставления (обозначение $E = \overline{\text{ЭРОА}}_{\text{пн}}$).

Таблица 3

Сопоставление средних значений ЭРОА радона по населенным пунктам $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{пн}}$ с интервалами, кратными среднему значению ЭРОА радона в воздухе зданий и сооружений в Российской Федерации $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{РФ}}$

Населенный пункт	Интервал среднего значения ЭРОА, Бк/м ³			
	< E	E – 2E	2E – 3E	> 3E
Ангарск	+			
Волгодонск		+		
Глазов			+	
Десногорск	+			
Железногорск		+		
Заречный			+	
Зеленогорск		+		
Комсомольск-на-Амуре	+			
Краснокаменск		+		
Курганская обл.		+		
Курчатов	+			
Лермонтов				+
Лесной			+	
Нижний Новгород		+		
Нововоронеж		+		
Озерск		+		
Пермь	+			
Полярные Зори	+			
Саров		+		
Северодвинск	+			
Снежинск				+
Снежногорск	+			
Трехгорный		+		
Удомля	+			
Усть-Катав			+	
Яровое		+		

Отнесение населенного пункта по значению к тому или иному интервалу определяет цель, характер и объем последующих работ, направленных на снижение облучения населения радоном. Например, в населенных пунктах,

отнесенных по значению $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{пн}}$ к первому интервалу ($\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{пн}} < \overline{\text{ЭРОА}}_{\text{РФ}}$), заметную, если не определяющую, как было показано на примере Северодвинска, роль в процессах накопления радона в воздухе многоэтажных зданий играет поступление радона из ограждающих конструкций помещений. На территории таких населенных пунктов характерны повышенные уровни ЭРОА радона в многоэтажных домах по сравнению с малоэтажными. В данном случае на фоне в целом благополучной обстановки остается задача выявления отдельных помещений с высокими значениями ЭРОА на разных этажах многоэтажных зданий.

В то же время в населенных пунктах, отнесенных по значению $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{пн}}$ к последующим интервалам ($> \overline{\text{ЭРОА}}_{\text{РФ}}$), все более заметную роль в процессах накопления радона в воздухе многоэтажных зданий играет поступление радона из грунта. В населенных пунктах, отнесенных к третьему и четвертому интервалам, велика вероятность больших потоков радона как из грунта, так и из ограждающих конструкций, что может быть обусловлено использованием материалов с повышенным содержанием радия-226. Поэтому основной объем обследований целесообразно предусматривать в малоэтажной застройке и на первых этажах многоэтажных зданий, а по мере увеличения $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{пн}}$ для данного населенного пункта – все в большей степени предусматривать и обследования помещений на верхних этажах многоэтажных зданий.

Из таблицы 3, с учетом сказанного, следует, что потенциальную опасность облучения населения городов Ангарск, Десногорск, Комсомольск-на-Амуре, Курчатов, Пермь, Полярные Зори, Северодвинск, Снежногорск и Удомля от радона можно считать приемлемой, т. е. нет необходимости в планировании дальнейших массовых выборочных обследований. Естественно, это не исключает проведения обследований отдельных помещений при наличии обоснованных подозрений на возможность повышенного облучения, в том числе за счёт средств жителей.

В городах Волгодонск, Железногорск, Зеленогорск, Краснокаменск, Нижний Новгород, Нововоронеж, Озерск, Саров, Трехгорный и Яровое, а также Курганской области целесообразно продолжить выборочные обследования с учетом полученных результатов в территориальной привязке к районам населенных пунктов.

Необходимо продолжение выборочных обследований в городах Глазов, Заречный, Лесной, Снежинск и Усть-Катав, в которых уже выявлен ряд объектов, нуждающихся в дополнительных обследованиях с целью планирования реабилитационных мероприятий.

В соответствии с [2] «Степень радиационной безопасности населения характеризуют следующие значения эффективных доз облучения от всех основных природных источников излучения:

- менее 5 мЗв/год – приемлемый уровень облучения населения от природных источников излучения;
- свыше 5 до 10 мЗв/год – облучение населения является повышенным;
- более 10 мЗв/год – облучение населения является высоким.

Мероприятия по снижению уровней облучения природными источниками излучения должны осуществляться в первоочередном порядке для групп населения, подвергающихся облучению в дозах более 10 мЗв/год.

Планирование и выполнение таких мероприятий очевидно необходимо для городов Лермонтова и Снежинска, где даже средние по результатам уровни облучения превышают этот уровень.

Авторы благодарны руководству ФМБА России и сотрудникам всех перечисленных выше учреждений, без помощи которых данная работа была бы не возможна.

Литература

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.6.1.2523-09): утв. и введены в действие от 07.07.09 г. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
2. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): СП 2.6.1. 2612-10: зарегистрирован 11 августа 2010 г. Регистрационный №18115. – М.: Минюст России, 2010. – 82 с.
3. Маренный, А.М. Методические аспекты измерений средней объемной активности радона в помещениях интегральным трековым методом / А.М. Маренный // АНРИ. – 2012. – № 4 – С. 13–19.
4. МВИ 2.6.1.003–99. «Радон. Измерение объемной активности интегральным трековым методом в производственных, жилых и общественных помещениях»; МИ «Радон. Измерение объемной активности в воздухе помещений интегральным трековым методом», Свидетельство об аттестации № 40090.2И385 от 16.07.2012.
5. МУ 2.6.1. 2838-11. «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности».
6. Цапалов, А.А. Принципы радонового контроля в помещениях зданий / А.А. Цапалов, А.М. Маренный // АНРИ. – 2014. – № 1. – С. 6–15.
7. МУ 2.6.1.1088-02. «Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения».
8. Пенезев, А.В. База данных результатов измерений радона и возможности графических программ для их анализа / А.В. Пенезев, В.И. Астафуров, О.А. Верещагин // Сборник тезисов конференции «Актуальные вопросы радиационной гигиены». – СПб., 2010. – С. 112–113.
9. Губин, А.Т. Обследование территорий, обслуживаемых ФМБА России, на содержание радона в помещениях / А.Т. Губин, А.М. Маренный, В.А. Сакович // Медицина экстремальных ситуаций. – 2012. – № 4 (42). – С. 77–88.
10. Губин, А.Т. Анализ динамики ЭРОА радона по данным докладов о санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации за период 1996–2007 гг. / А.Т. Губин, В.А. Сакович, М.Ф. Киселев // АНРИ. – 2009. – № 4. – С. 21–28.

Поступила: 08.10.2014 г.

✉ *Маренный Альберт Михайлович* (Marennyy Albert Mixajlovich) – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией Научно-технического центра радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 40. Телефон: 8(499)193-11-02. E-mail: radprog@rambler.ru

Романов Владимир Васильевич (Romanov Vladimir Vasilevich) – заместитель руководителя Федерального медико-биологического агентства ФМБА России. Адрес: 123182, Москва, Волоколамское ш., д. 30, стр. 1. Телефон: 8(499)190-14-11. E-mail: romanov@nic-iter.ru

Астафуров Владимир Иванович (Astafurov Vladimir Ivanovich) – кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Научно-технического центра радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 40. Телефон: (499)193-11-02. E-mail: radprog@rambler.ru

Губин Анатолий Тимофеевич (Gubin Anatoli Timofeevich) – кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией, заместитель директора Научно-технического центра радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 40. Телефон: 8(499)193-74-12. E-mail: atgubin@rambler.ru

Киселёв Сергей Михайлович (Kiselev Sergey Mixajlovich) – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Государственного научного центра Российской Федерации Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Адрес: 123182, Москва, ул. Живописная, д. 46. Телефон: 8(499)190-93-35. E-mail: sergio@gmail.com

Нефёдов Николай Александрович (Nefedov Nikolay Aleksandrovich) – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Научно-технического центра радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 40. Телефон: 8(499)193-11-02. E-mail: radprog@rambler.ru

Пенезев Андрей Владимирович (Penezev Andrey Vladimirovich) – ведущий научный сотрудник Научно-технического центра радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 40. Телефон: 8(499)193-74-12. E-mail: radprog@rambler.ru.

A.M. Marennyy¹, V.V. Romanov², V.I. Astafurov¹, A.T. Gubin¹, S.M. Kiselev³, N.A. Nefedov¹, A.V. Penesev¹

Survey for indoor radon in dwellings on the territories supervised by FMBA of Russia

¹ Research and Technical Center of Radiation Chemical Safety and Hygiene FMBA Russia;

² Federal medical- biophysical agency

³ FSBU SRC A. I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center FMBA Russia

Abstract

The purpose of the work was to obtain data about the level of population radon exposure on the surveyed settlements.

Methods. Surveys were carried out by the integral track method with the use of the track chambers REI-4 from the kit TRACK-REI-1M. Were surveyed dwelling, schools, kindergartens and business premises. Duration of the each exposure was 2-4 months. The measured value was radon volume activity, then effective equilibrium radon concentration (EEC) was calculated using the values of the equilibrium coefficient $F=0.5$. Effective dose from radon was calculated using a dose coefficient $9 \cdot 10^{-6}$ mSv/(hour \cdot Bq/m³). Describe the organizational aspects of the surveys are described.

Results. Survey of the premises to radon were conducted in the settlements of 26 administrative units for several seasons in 2008–2013. The surveyed settlements are cities with multi-storey or mixed buildings sites. The number of inspected premises in the settlement in one measurement period typically ranged from 100 to 200. Most premises were surveyed at least for two seasons (warm and cold). The total number of measurements is about 5300. The summarized results for all settlements were obtained: intervals and average values of the radon EEC, doses from radon, the proportions of premises with EEC less than 100, 200 and 400 and more than 400 Bq/m³. The calculated annual doses to the population from radon in a number of settlements are presented.

Conclusion. Summarized information about the exposure of the population to radon are obtained. It is shown that «winter» radon EEC values not always exceeds summer values. For part of the settlements we can see even opposite picture. Criteria for assessing the relevance of the «radon situation» in the settlement are proposed. Based on the results of performed surveys the settlements ranked using this criterion.

Key words: survey, volume radon activity, EEC, premises, residential and public buildings, town, dose, radon protection.

References

1. Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009): Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy (SanPiN 2.6.1.2523-09): utv. i vvedeny v dejstvie ot 07.07.09 g. – M.: Federalnyj centr gigeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2009. – 100 s.
2. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiacionnoj bezopasnosti (OSPORB-99/2010): SP 2.6.1. 2612-10: zaregistrovan 11 avgusta 2010 g. Registracionnyj №18115. – M.: Minyust Rossii, 2010. – 82 s.
3. Marennyj, A.M. Metodicheskie aspekty izmerenij srednej obemnoj aktivnosti radona v pomeshheniyax integralnym trekovym metodom / A.M. Marennyj // ANRI. – 2012. – № 4 – C. 13–19.
4. MVI 2.6.1.003–99. «Radon. Izmerenie obemnoj aktivnosti integralnym trekovym metodom v proizvodstvennyx, zhilyx i obshchestvennyx pomeshheniyax»; MI «Radon. Izmerenie obemnoj aktivnosti v vozduxe pomeshhenij integralnym trekovym metodom», Svidetelstvo ob attestacii № 40090.21385 ot 16.07.2012.
5. MU 2.6.1. 2838-11. «Radiacionnyj kontrol i sanitarno-epidemiologicheskaya ocenka zhilyx, obshchestvennyx i proizvodstvennyx zdaniy i sooruzhenij posle okonchaniya stroitelstva, kapitalnogo remonta, rekonstrukcii po pokazatelyam radiacionnoj bezopasnosti».
6. Capalov, A.A., Principy radonovogo kontrolya v pomeshheniyax zdaniy / A.A. Capalov, A.M. Marennyj // ANRI. – 2014. – № 1. – S. 6–15.
7. MU 2.6.1.1088-02. «Ocenka individualnyx effektivnyx doz oblucheniya naseleniya za schet prirodnyx istochnikov ioniziruyushhego izlucheniya».
8. Penezev, A.V. Baza dannyx rezultatov izmerenij radona i vozmozhnosti graficheskix programm dlya ix analiza / A.V. Penezev, V.I. Astafurov, O.A. Vereshhagin // Sbornik tezisov konferencii «Aktualnye voprosy radiacionnoj gigeny». – SPb., 2010. – S. 112–113.
9. Gubin, A.T. Obsledovanie territorij, obsluzhivaemyx FMBA Rossii, na sodержanie radona v pomeshheniyax / A.T. Gubin, A.M. Marennyj, V.A. Sakovich // Medicina ekstremalnyx situacij. – 2012. – № 4 (42). – S. 77–88.
10. Gubin, A.T. Analiz dinamiki EROA radona po dannyx gosdokladov o sanitarno-epidemiologicheskoy obstanovke v Rossijskoj Federacii za period 1996–2007 gg. / A.T. Gubin, V.A. Sakovich, M.F. Kiselev // ANRI. – 2009. – № 4. – S. 21–28.